

MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU
STRUČNI STUDIJ ODRŽIVI RAZVOJ

MAJA HORVATIĆ
ULOGA ODRŽIVE GRADNJE U SVIJETU PERMAKULTURE

ZAVRŠNI RAD

ČAKOVEC, 2019.

MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU
STRUČNI STUDIJ ODRŽIVI RAZVOJ

MAJA HORVATIĆ

ULOGA ODRŽIVE GRADNJE U SVIJETU PERMAKULTURE

THE ROLE OF SUSTAINABLE CONSTRUCTION IN THE WORLD OF
PERMACULTURE

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Jasmina Ovčar, v. pred.

ČAKOVEC, 2019.

SAŽETAK

Navedenim radom pokušava se približiti značaj permakulture i osvijestiti važnost održivog razvoja, a ponajprije održive gradnje koja svojim djelovanjem utječe na sadašnjost, a najveći trag ostavlja budućnosti. Kroz značenje pojma „budućnost“ ovim radom zaokružuje se život čovjeka kao pojedinca, ali i okoliš u kojem on obitava. Iz tog razloga nužno je jednakim mjerama zbrinuti i tako očuvati cjelokupan rast i razvoj planeta Zemlje. Tim smjerom djeluje i grana permakulture koja sa svojeg aspekta zaštite prirode i svih živih bića povezuje naizgled nespojiva gledišta graditeljstva, vodnog iskorištavanja, zbrinjavanja otpada, ekonomskog razvoja, uzgoja hrane, iskorištavanja energetske dobara i naposljetku moralnog djelovanja koje zaokružuje pravilan međuodnos svih čimbenika. Permakultura oživljava graditeljstvo nudeći mu mogućnost iskorištavanja prirodnih dobara uz zdravu percepciju i brigu o cjelokupnom razvoju. Permakultura na takav način održava svijet zdravom zajednicom.

Ovim radom naglašava se uloga održive gradnje u permakulturi, odnosno „zelene gradnje“ koja svojim razvojem dokazuje koliko se pomiče granica povezanosti okoliša i stambene jedinice u kojoj pojedinac obitava. Održiva gradnja nastoji iskorištavati obnovljive resurse koji idealno funkcioniraju s potrebama čovjeka i očuvanjem okoliša. Za normalan život, čovjek je prisiljen iskorištavati izvore energije kako bi na zdrav način održavao sebe, ali i prostor u kojem živi. Pretjerano iskorištavanje obnovljivih izvora energije ostavlja trajni trag na Zemlji, te je nužno planirati budućnost uz iskorištavanje obnovljivih izvora energije kao što je npr. Sunce koje u svakom pogledu osigurava bezbrižan i zdrav život koji ne uništava okoliš i ne predstavlja problem štetnosti i visokih troškova. Osim pravilnog iskorištavanja energije i prirodnih dobara, permakultura se zalaže za organizaciju života na način da čovjek u svim životnim aktivnostima osjeća povezanost s prirodom, bez čije se prisutnosti uništava cikličnost održivosti. Što više boravka u prirodi, organizacija zdrave prehrane uzgojem vlastitih biljaka i sadnja zelenih površina u blizini stambenog prostora samo su neki od primjera zdrave komunikacije čovjeka i okoline.

Ključne riječi: čovjek, energija, održiva gradnja, održivi razvoj, okoliš, permakultura

SADRŽAJ

SAŽETAK

1. UVOD.....	5
2. PERMAKULTURA.....	7
2.1. Otpad	8
2.2. Voda.....	8
2.3. Ekonomija.....	9
2.4. Socijalna dimenzija.....	9
2.5. Hrana.....	9
2.6. Energija.....	10
2.7. Graditeljstvo.....	10
3. ODRŽIVA GRADNJA.....	11
3.1. Orijentacija.....	11
3.2. Faktor oblika zgrade.....	12
3.3. Toplinsko zoniranje.....	13
3.4. Ekološki materijali.....	14
3.5. Prozori i vrata.....	15
3.6. Grijanje i provjetravanje.....	16
4. UTJECAJ ODRŽIVE GRADNJE NA PERMAKULTURU.....	18
4.1. Otpad i održiva gradnja.....	21
4.2. Vodno iskorištavanje.....	22
4.3. Ekonomija i održiva gradnja.....	23
4.4. Socijalna dimenzija.....	24
4.5. Uzgoj hrane u kontekstu održivosti.....	24
4.6. Održiva gradnja i energija.....	26

4.6.1. Energija Sunca i vjetra.....	26
4.6.2. Geotermalna energija.....	30
4.6.3. Energija biomase i bioplina.....	31
4.6.4. Energija vode.....	32
5. UTJECAJ PERMAKULTURE NA ODRŽIVU GRADNJU	33
6. ZAKLJUČAK.....	38
LITERATURA.....	39
Popis slika.....	41
Popis tablica.....	42

1. UVOD

Osnova iz koje proizlaze svi faktori djelovanja na život na Zemlji jest upravo permakultura – grana koja ujedinjuje sve znanosti i usmjerava ih na brigu o Zemlji, ljudima, potrošnji materijalnih dobara i slično. [1] Ovim se radom pokušava prikazati globalna ugroženost čovjeka i prirode te osvijestiti značaj prirodnih resursa čijim se korištenjem promiče smisao održivog razvoja kao bitnog čimbenika u planiranju bolje budućnosti. Prve naznake održivosti u svijetu očitovale su se u vidu brige i borbe protiv pretjeranih sječa šuma do kojih je došlo zbog rušenja drveća radi grijanja prostora, gradnje i sl. Šume su nestajale brže no što su se mogle obnavljati. Pretjerano korištenje neobnovljivih izvora energije¹ za industriju i kućanstvo uzelo je svoj danak. Samim time došlo je do globalnog problema smanjivanja i upitnosti količine i dostatnosti neobnovljivih izvora energije, koji ne samo da se odražava na prirodu, već i na čovjeka. Taj problem prepoznala je Brundtlandska komisija 1987. godine, koju su osnovali Ujedinjeni narodi. Navedena komisija objavila je svoj izvještaj *Naša zajednička budućnost* i prvi put definirala „održivi razvoj“ kao razvoj koji zadovoljava potrebe bez ugrožavanja mogućnosti budućih generacija za zadovoljavanjem njihovih vlastitih potreba. [2]

Pojam održivog razvoja vrlo je apstraktan te čovjeku kao pojedincu gotovo nepojmljiv zbog širine njegovog značenja i djelovanja na već danas mnogima nejasan svijet. Prvobitan cilj održivog razvoja bio je zaštititi prirodu i čovjeka, no s promjenama čovjekovog razmišljanja, mijenja se i proširuje značaj navedenog. Slika 1. prikazuje položaj održivog razvoja u odnosu na društvo, okoliš i gospodarstvo, te njihovu interakciju.

Čovjek i društvo (kao prapočetak i svrha svega), gospodarstvo i okoliš predstavljaju bazu svakog razvoja, pa tako i održivog. Njihovim preplitanjem ostvaruje se održivo gospodarstvo, socijalna pravednost i zdravo lokalno okružno. Oni pak u svojoj interakciji ostvaruju više ili manje održivi razvoj.

¹ Neobnovljivi izvori energije – resursi čije je regeneriranje nemoguće, a kao primjer navode se ugljen, nafta i zemni plin.



Slika 1. Položaj održivog razvoja u odnosu na društvo, okoliš i gospodarstvo

Izvor:

https://www.google.com/search?q=odr%C5%BEivi+razvoj&rlz=1C1GCEA_enHR841HR841&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjPv82k2sXhAhVXAhAIHan9AGsQ_AUIDigB&biw=1366&bih=657#imgsrc=3FQtaTNnKeDquM (10. 4. 2019.)

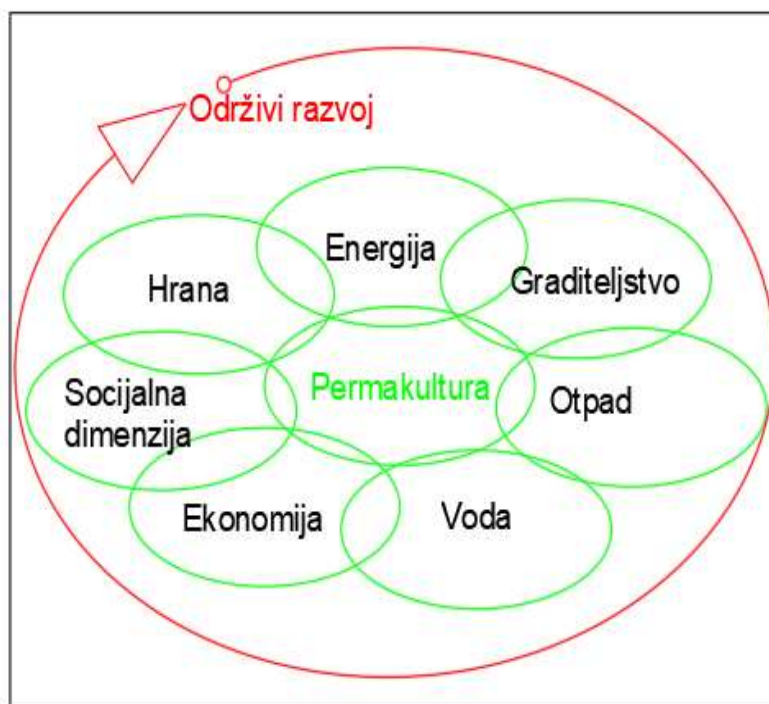
Danas postoji puno varijacija na temu održivog razvoja kada je u pitanju njegovo tumačenje i shvaćanje. No, percepcija svakog pojedinca navodi na isto, a to je očuvanje održivog razvoja u vezi sa stanovništvom, upotrebom resursa i utjecajem ljudskih bića na prirodni svijet. [3]

Što se tiče globalizacije, vode se rasprave oko ekonomske krize koja polako okupira cijelo čovječanstvo. Unatoč posvećenosti javnih tijela, napredak se i dalje ograničava zbog nezaposlenosti i stagnacije gospodarstva. U takvim situacijama uočava se povezanost održivosti na području takvih grana gospodarstva bez kojih svijet ne bi funkcionirao. [4]

2. PERMAKULTURA

Permakultura se zasniva na učenju da je čovjek dio prirode, koji kao pojedinac posjeduje ulogu življenja, a time i očuvanja ekosustava. [1]

Unatoč svim utjecajima i pokušajima širenja pojma održivosti planeta Zemlje, permakultura još uvijek traži svoj značaj. Njena uloga u cikličnosti cijelog sustava prikazana je na Slici 2.



Slika 2. Permakulturalni cvijet

Izvor: <http://www.gospodarski.hr/Publication/2016/13-14/prilog-broja-permakultura-povratak-prirodi/8511#.XLdEc-gzbIU> (17. 4. 2019.)

Permakultura utječe na 7 grana koje naizgled nisu povezane, no detaljnijim razmatranjem njihovih međusobnih djelovanja dolazi se do teze da svaka od tih grana čini osnovu permakulture i time nastaje ilustracijski cvijet koji se sastoji od 7 osnovnih elemenata: hrana, socijalna dimenzija, ekonomija, voda, otpad, graditeljstvo i energija. Permakulturalno razmišljanje u vidu prirodnijeg načina življenja primjećuje se u navedenim stavkama.

2.1. Odpad

Tvari i neupotrebljivi predmeti čija se funkcija obnavlja postupkom recikliranja nazivaju se otpadom. Proizvodnjom različitih vrsta nerazgradivih materijala, predmeti za svakodnevni život pakiraju se na način da stvaraju problem zbrinjavanja načinjenog otpada. Plastične ambalaže, limenke, sintetički materijali, staklo, samo su neki od primjera stvaranja otpada koje čovjek još uvijek nedovoljno zbrinjava na za to određena mjesta. Ako se predmeti svakodnevnog korištenja ne zamijene razgradivim i ekološki prihvatljivim materijalima, ekosustav će još više gubiti na svojoj vrijednosti i za nekoliko godina Zemlja će to, nažalost, vratiti svim živim bićima koji obitavaju na planetu.

Zagovornici održivog razvoja i znanstvenici koji proučavaju permakulturu svojim djelovanjem pokušavaju osvijestiti svakog pojedinca i promijeniti njegov pogled na život i budućnost trudeći se osmisliti održive načine korištenja onoga što priroda nudi. Zamjena plastičnih vrećica biorazgradivim materijalom samo je jedna od već provedenih ideja kako bi se zaštitio okoliš. Razvrstavanje otpada po svakom kućanstvu već se provodi diljem svijeta i pokazalo se kao izvrsna ideja kako bi čovjek olakšao sebi, ali i prirodi. Ljudi koji imaju dvorište, a samim time i vlastiti povrtnjak, sve se više okreću tradiciji i uzgajanju vlastitih plodova voća i povrća koji su obogaćeni zdravim nutritivnim vrijednostima zahvaljujući prirodnom gnojivu koje nastaje razgradnjom biootpada.

2.2. Voda

Sljedeća latica koja se povezuje s permakulturom je voda. Bez tog resursa nema života, ona je glavni preduvjet nastanka i razvoja živih bića. Upravo zbog zaštite sadašnjice, ali i budućih naraštaja, permakultura čovjeku pokušava otvoriti pogled na svijet i dati zreliju percepciju zbog zaštite ponajviše vodnih sustava koji nisu podobni za korištenje zbog zagađenosti i ispuštanja tvari koje štete živim organizmima i ekosustavu. Čovjeku najveći i stalni utjecaj na život daju otpadne vode koje se prepoznaju kao kućanske, industrijske i oborinske, te je potrebno pravilno reagirati i riješiti zbrinjavanje takve vrste onečišćivača. [5]

2.3. Ekonomija

Ekonomija kao znanost bavi se pitanjem proizvodnje, raspoređivanja resursa, potrošnih dobara, zaštite okoliša i svih srodnih čimbenika koji tvore životni ciklus i povezuju rad i brigu o sadašnjosti, te planiranjem budućih pothvata. Jedna od poveznica permakulture i ekonomije je načelo da su ljudi oni koji biraju. O svakom ponajprije moralnom odabiru ovise učinkovitost i pravednost pojedinca koji sam iskorištava ponuđene resurse s ciljem otvorenog pristupa prema ostalim korisnicima i samoj prirodi.

2.4. Socijalna dimenzija

Kod svakog djelovanja bitnog za bolju i održivu budućnost potrebno je održavati zdravu komunikaciju, uključiti razumijevanje, solidarnost, potporu i brigu za svakog pojedinca koji koristi određenu dobrobit. Socijalna dimenzija bitna je zbog društvenih načela jednakosti i različitosti, koji prije svega čine društvenu okolinu koja je bitna za cjelokupni razvoj.

2.5. Hrana

Iz pogleda na zdraviji život izlazi i briga o hrani koja se konzumira, počevši od proizvodnje koja je s napredovanjem tehnologije stavila u zaborav sigurnost i podrijetlo hrane. Europa sve više djeluje s ciljem sigurnosti u brzorastućem agrobiznisu i industriji hrane. Ta industrija postala je vrlo dinamična grana gospodarstva, no proizvodi s vremenom gube svoju izvornu, prirodnu vrijednost. [6]

Znanstvenici koji se bave biljogojstvom i razvojem biotehnologije zagovaraju njene mogućnosti i razmatraju ideje koje im pruža genetičko inženjerstvo koje je, ako se promatra s gledišta poljoprivrede, uzelo previše slobode. Tržište je zasićeno već naizgled neprirodnim plodovima, čija prodaja raste usprkos lošijim nutritivnim vrijednostima u odnosu na prirodno uzgojene biljke, zbog lijepog i primamljivo svježeg izgleda koji privlači kupce. Koriste se i razni herbicidi čija je opasnost već dokazana zbog pojave bolesti kao što je NHL, odnosno rak limfnog sustava. Osim što takve kemikalije djeluju na čovjeka, velik utjecaj imaju i na okoliš, pa i sam razvoj ekosustava čija vrijednost pada proporcionalno rastu korištenja kemikalija u proizvodnji. [7]

2.6. Energija

Energija kao pojava koja karakterizira djelovanje cjelokupnog planeta Zemlje omogućuje određenom sustavu obavljanje rada. Mjerna jedinica za energiju je džul (J). Ona ne može ni nastati ni nestati, već prelazi iz oblika u oblik te na taj način zatvara kružni proces svog djelovanja koji se naziva zakon očuvanja energije. Neki od oblika energije koji se spominju i u sektoru graditeljstva su:

- kinetička
- električna
- toplinska
- gravitacijska potencijalna i sl.

Djelovanjem sile na nekom putu, odnosno radom, energija prelazi iz oblika u oblik. Pravilnim odnosom prema tom dobru nastaju razne mogućnosti iskorištavanja, ponajviše u održivom razvoju, pa i gradnji. Kod procesa kruženja energije, vrlo važnu ulogu ima kinetička energija koja se svojim radom pretvara u mehaničku energiju te svojim djelovanjem omogućuje konačnu, traženu energiju. Takav primjer očituje se kod vjetrenjača koje vrte svoje lopatice i generatoru daju mogućnost pretvorbe električne energije za daljnje korištenje. Među važnijim oblicima energije, tu je i toplinska energija koja se pomoću Sunca i modernih tehnologija iskorištava na okolišu nesmetan i zdrav način. Ako toplije tijelo, u ovom slučaju Sunce, zrači jačim intenzitetom prema određenom objektu, dolazi do zagrijavanja hladnijeg objekta s ciljem temperaturnog izjednačavanja. Na taj se način prirodnim putem pojedincu omogućava crpljenje toplinske energije. Gravitacijska potencijalna energija pojavljuje se kretanjem neke tvari određene mase s određene visine prema tlu. Najčešći primjer takve vrste energije nalazi se kod hidroelektrana koje iskorištavanjem energije vode stvaraju električnu energiju.

2.7. Graditeljstvo

Graditeljstvo kao vrlo razvijena gospodarska djelatnost u svoj sustav djelovanja ubraja planiranje i projektiranje, izgradnju i održavanje određenog proizvoda. Kroz ukupni razvoj projekta surađuju struke građevinara, arhitekta, strojara, elektrotehničara, geodeta i druge. Pravilnom organizacijom rokova, ljudi, potrebnog materijala i vremena, troškovi projekta su niži, a kvaliteta proizvoda kroz vrijeme pokazuje svoju vrijednost.

3. ODRŽIVA GRADNJA

Tema ovog rada ulazi u središte povezanosti graditeljstva i permakulture čiji je značaj tek u razvitku. Pojam održivosti s aspekta graditeljstva očituje se kao odraz čovječanstva u njegovoj sposobnosti gospodarenja prirodnim dobrima bez ograničenog vremena, te utjecaja na okoliš, uz očuvanje ekosustava. Održiva gradnja kao inovativna grana graditeljstva sadrži tri osnovne karakteristike: okolišnu, ekonomsku i društvenu. Ideja takvog koncepta je uskladiti minimalan utjecaj na okoliš s minimalnim troškovima uz maksimalno zadovoljstvo korisnika. [8] Time se dolazi do pitanja na koji način spriječiti negativan rast i tako poboljšati globalno stanje. Rješavanje tog problema počinje uvođenjem novih građevnih materijala koji se zapravo nalaze u prirodi, samo ih treba pravilno iskoristiti. Osim kvalitetnije gradnje bitna je ekonomičnost te ušteda energije kroz kasniju uporabu izgrađene konstrukcije. Tim problemom bavi se održiva gradnja kojoj se još dodaje epitet „zelene“ gradnje upravo zbog toga što specifično i inteligentno pristupa energiji i okolišu. Utječe na manju potrošnju energije u novoizgrađenim konstrukcijama, a obnovljene čini puno ugodnijima i jeftinijima za održavanje.

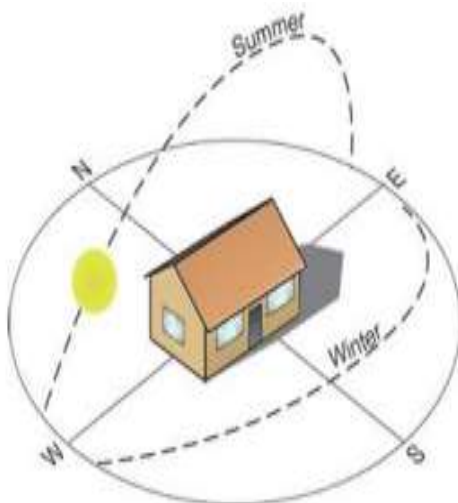
Na taj način održiva gradnja brine se i o energetske učinkovitosti koja za sobom vuče važnost sastava svakog elementa koji čini konstrukciju. Takav primjer najčešće se vidi na potenciranju što deblje toplinske izolacije² koja ne propušta topli zrak i time sprječava značajne gubitke, troslojno prozorsko staklo punjeno plemenitim plinom, čija je vrlina dobra izolacija, izbjegavanje toplinskih mostova³ i slično. U nastavku se obrađuju temeljna načela projektiranja održivih zgrada.

3.1. Orijentacija

Orijentacija znatno pridonosi iskorištavanju dobitaka Sunčeva zračenja. Količina tih dobitaka ovisi o godišnjem dobu i orijentaciji pročelja, ali i položaju Sunca, o čemu ovisi kut upada Sunca u unutarnje prostorije te vremensko razdoblje i intenzitet osunčanja pojedinog pročelja, što je prikazano Slikom 3.

² Toplinska izolacija – može biti svaki materijal čije je svojstvo odupiranje prolasku topline s toplijeg na hladnije i obrnuto.

³ Toplinski mostovi – mjesta na konstrukciji kroz koja se gubi toplina i time dolazi do značajnih gubitaka i mogućeg nastanka vlage i plijesni.



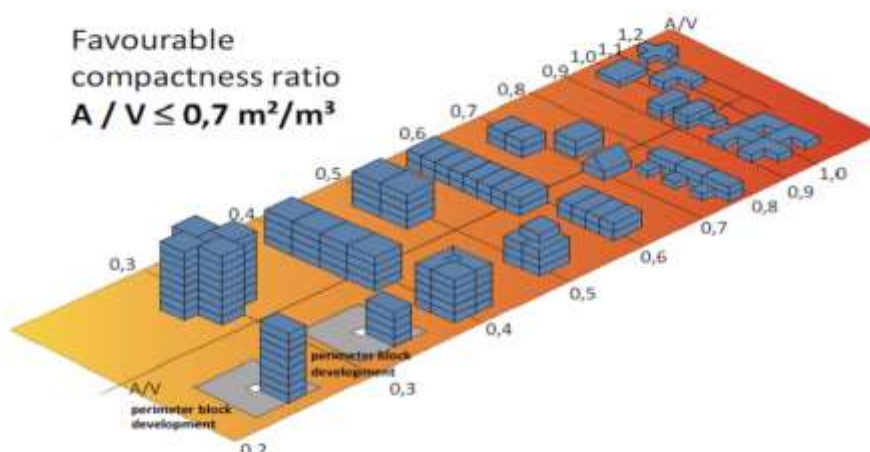
Slika 3. Iskorištavanje Sunčevih dobitaka s obzirom na njegov položaj

Izvor: <https://repozitorij.gfv.unizg.hr/islandora/object/gfv:215/preview> (4. 7. 2019.)

Ljeti, kada je Sunce u okomitijoj putanji u odnosu na Zemlju, u jutarnjim satima istočno je pročelje najbolje obasjano Suncem, dok je zapadno obasjavano poslijepodne. Južno pročelje najmanje je obasjano ljeti, a najviše zimi, upravo zbog visoke pozicije Sunca na nebu. Iz tog razloga pogodno je prostorije čestog boravka zonirati na jug kako bi se ljeti zaštitile od pretjeranog zračenja, a zimi zagrijavale pomoću Sunčevih dobitaka uz veće ostakljene površine. [9]

3.2. Faktor oblika zgrade

Važan uvjet za očuvanje toplinskih dobitaka je smanjenje razvedenosti zgrade, odnosno nepotrebnog izlaganja plašta zgrade. Slika 4. prikazuje mogućnosti izgradnje na način da se smanjuje površina plašta zgrade. Pomoću faktora oblika zgrade određuje se izloženost i mogućnost energetske gubitaka preko vanjskih zidova. Faktor oblika zgrade omjer je vanjske površine ploštine zgrade i volumena grijanog prostora zgrade. Smatra se da je najučinkovitiji način projektiranje kompaktne i jednostavne zgrade koja u najmanjoj mogućoj mjeri zidove izlaže vanjskom prostoru i ne uzrokuje značajniji gubitak energije. Takve zgrade izračunom pokazuju faktor oblika vrijednosti 1, ili manji od toga, što je pokazatelj dobrog projektnog rješenja koje može uz daljnju pomnu razradu rezultirati niskoenergetskom zgradom.



Slika 4. Odnos površine plašta zgrade i volumena kod raznih geometrijskih oblika zgrade

Izvor: <http://localimpactdesign.ca/passive-house/> (4. 7. 2019.)

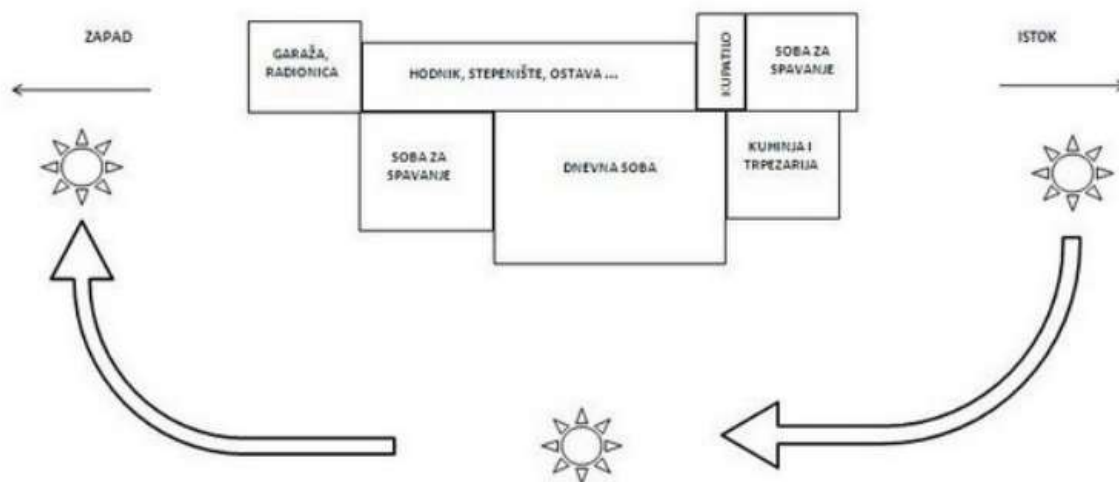
Izvedba višestambenih višekatnih zgrada omogućuje još bolji rezultat po pitanju manjih toplinskih gubitaka. Takvim načinom izgradnje ukupna površina manja je od volumena zgrade, što daje i bolji faktor oblika zgrade. [9]

3.3. Toplinsko zoniranje

Toplinsko orijentiranje prostora važno je zbog iskorištavanja topline ovisno o potrebama prostorija. Slika 5. prikazuje raspored prostorija koje postepeno vode od grijanog prema negrijanom prostoru kako ne bi došlo do velikih toplinskih gubitaka te kako bi se ugodnost boravka u kući povećala uz što manje troškove energije, što znači i manje financijskih izdataka, ali i manje zagađenje okoliša.

Stubišta, smočnice, hodnici i druge pomoćne prostorije ne zahtijevaju grijanje kao prostorije u kojima se vremenski duže boravi. Zbog temperaturne razlike dolazi do prijenosa topline. Osim između unutarnjih prostorija, toplina se prenosi preko vanjskih zidova između grijanog i vanjskog prostora. Time dolazi do transmisijских toplinskih gubitaka⁴. [9]

⁴ Transmisijски toplinski gubici – toplinski gubici kroz građevni element zbog njegove toplinske provodljivosti. [15]



Slika 5. Raspodjela prostora prema temperaturnoj potrebi

Izvor: <https://repozitorij.mev.hr/islandora/object/mev%3A625/datastream/PDF/view> (4. 7. 2019.)

Iz Slike 5. vidljivo je da je dnevna soba, koja zahtijeva najviši stupanj topline u unutarnjem prostoru, orijentirana na južnu stranu. Kuhinja i blagovaonica orijentirane su prema istoku i jugu, sobe za spavanje na istok, jug i zapad, dok su prostorije koje zahtijevaju niži stupanj zagrijavanja istovremeno i tampon-zona prema hladnijem sjeveru, pa se stoga projektiraju prema sjevernoj strani (garaža, gospodarska soba, stubišta, hodnici, ostave i sl.).

3.4. Ekološki materijali

Održiva se gradnja zalaže za iskorištavanje prirodnih i obnovljivih resursa koji ne ugrožavaju biološki ciklus ekosustava. Samim time, briga o odabiru materijala koji ne utječu na okoliš podiže razinu brige o prirodi u smislu održivosti od strane sektora graditeljstva. Slika 6. prikazuje jedan od načina iskorištavanja prirodnih resursa koji su isplativi i dostupni. Pritom svakako treba paziti na to da neki ekološki materijali koje se danas mnogo koristi u gradnji upravo zbog ekološke vrijednosti materijala, nisu održivi materijali u smislu prebrze eksploatacije u odnosu na vremensko razdoblje potrebno za stvaranje novih potrebnih količina.



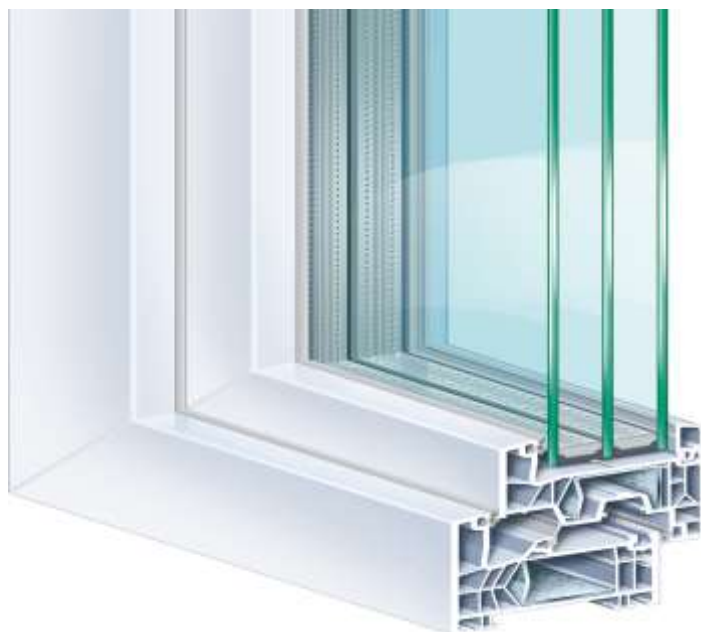
Slika 6. Kuća izgrađena od ekološkog materijala

Izvor: <https://callegari.hr/hr/blog/struka/eko-kuca-vraca-fokus-na-bitno-briga-za-zdravlje-korisnika> (4. 7. 2019.)

Kao moderan, ali i ekološki prihvatljiv materijal za gradnju, kao i na primjerom navedenoj kući, često se koristi drvo. Jedan od najrasprostranjenijih, ali i najpristupačnijih resursa daje moderan, ali i elegantan izgled, a osim vizualne ljepote, osigurava toplinsku izolaciju i ugodnost boravka. Elastičnost mu omogućava lako korištenje, a dostupnost niske cijene troškova. Ekološke materijale nije potrebno previše tehnološki obrađivati, potrošnja energije pri obradi znatno je smanjena, obnovljivi su te se mogu reciklirati. Drvo, kamen, slama, lan, samo su neki od materijala takve namjene.

3.5. Prozori i vrata

Za održivu zgradu kvaliteta toplinskoizolacijskih ostakljenja vrlo je važna. Cilj takvih zgrada je, između ostalog, smanjiti potrebnu količinu grijaćih tijela na način da se ostakljenjem koje omogućava toplinske dobitke, a pritom smanjuje toplinske gubitke, osigura toplinska ugodnost. To je moguće ostvariti troslojnim prozorima čiji je međuprostor punjen plemenitim plinom te održava dobru toplinsku izolaciju (prikazano na Slici 7.).



Slika 7. Presjek prozora s troslojnim staklom

Izvor: <https://www.troha-dil.hr/pvc-prozori/3d-prozori> (4. 7. 2019.)

Važnu ulogu imaju i okviri koji također moraju imati dobru izolaciju koju najčešće čine celulozna vlakna, poliuretanska pjena, drvena vlakna i slično. Vrata kao i prozori često predstavljaju slabu točku u toplinskom plaštu. Kako bi se to izbjeglo, nužno je toplinski ih izolirati kao i prozore, kako ne bi došlo do gubitaka. Osim zrakonepropusnosti, vrlo su važni i drugi zahtjevi, a to su: stabilnost oblika kod različitih klimatskih opterećenja, trajna krutost, minimalna visina praga, jednostavna uporaba, zaštita od provale, zvučna izolacija i požarna zaštita. [9]

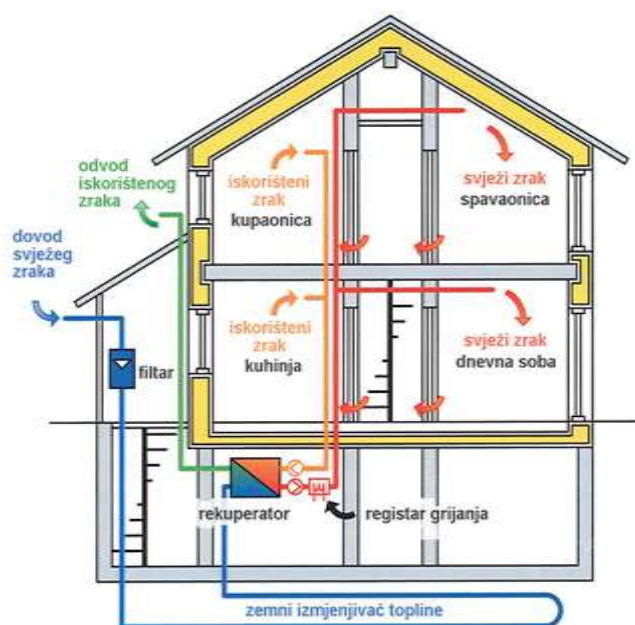
3.6. Grijanje i provjetravanje

Grijanje održivih zgrada razlikuje se od grijanja pomoću grijaćih tijela koristeći ogrjevne resurse. Prvobitan cilj je smanjiti pretjeranu godišnju potrošnju topline za grijanje. Dovoljno ostakljenje zgrade, ugradnja sunčanih uređaja, grijanje pomoću rekuperacije⁵ i dobra izolacija samo su neki od prirodnijih načina zagrijavanja prostora bez lošeg utjecaja na okolinu. Kako bi se spriječilo pregrijavanje ljeti, potrebno je smanjiti potrošnju električne energije tako da se koriste energetske štedljiviji uređaji. Hlađenje zemnim sakupljačem topline još je jedan od načina kako rashladiti dovođeni zrak prije ulaska u prostorije. Najprirodniji način razmjene toplog i hladnog zraka je

⁵ Rekuperacija – proces povrata topline u zgradu zagrijavanjem dovođenog svježeg zraka.

noćno prozračivanje, kojim se omogućava hlađenje masivnih elemenata zgrade koji su se kroz dan pregrijavali toplim zrakom. Prozračuje se tek kada je unutarnja temperatura veća od vanjske. Kroz dan je nužno održavati hladniju klimu tako da se prozori ne otvaraju, a samim time ne pušta topli zrak iz vanjskog prostora. Inovativan način pametne razmjene temperature jest pomoću latentnih spremnika topline koji rade na principu preobrazbe agregatnih stanja. Takvi materijali pohranjuju višak topline u prostoru i predaju ga natrag kod nižih temperatura. [9]

Slika 8. prikazuje proces grijanja i hlađenja održive zgrade.



Slika 8. Prikaz cirkulacije svježeg i iskorištenog zraka

Izvor: <https://korak.com.hr/korak-027-rujan-2009-pasivna-kuca-3-dio-ventilacija/> (4. 7. 2019.)

Slikom prikazan način cirkuliranja zraka s ciljem zagrijavanja i dovoda svježeg zraka u prostor zaokružuje smisao održive gradnje. Dovedeni svježi zrak prvobitno se filtrira radi uklanjanja peludi i svih nečistoća, a zatim ulazi u zemni izmjenjivač koji ga, s obzirom na temperaturu tla, hladi ili nekoliko stupnjeva zagrijava i zatim šalje u instalacije zgrade. Glavni zadatak rekuperacije je odvođenim toplim zrakom nastalim u gospodarskim prostorijama dovesti do određene temperature dovedeni svježi zrak. Takvom cirkulacijom dobiva se određena temperatura, ali i svježina prostora.

4. UTJECAJ ODRŽIVE GRADNJE NA PERMAKULTURU

Održiva gradnja potiče korištenje prirodnih materijala kao što su slama i glina te korištenje obnovljivih izvora energije, kao na primjer, postavljajući solarne ploče za prikupljanje sunčanih zraka s ciljem proizvodnje električne energije. Gradnja s balama slame postala je inovativna ideja koja uz tradicionalan i prirodan izgled daje i efikasnost na području energetske učinkovitosti. Koristi se kao zamjena za tradicionalne načine gradnje ciglom i blokovima. Pruža vrlo dobru izolaciju zidova čija je toplinska vodljivost⁶ ($\lambda = 0,09 \text{ W/mK}$), a samim time osigurava uštedu i smanjenje troškova. Pogodna je kod samostalne gradnje, ali i za industrijsku gradnju, ponajviše kod potražnje ekološki održivih kuća. [10]

Kada je u pitanju iskorištavanje obnovljivih izvora energije, Sunčeve vrijednosti koriste se ponajviše za prirodan način grijanja, odnosno sakupljanjem sunčanih zraka. Osim korištenja Sunca za postupak grijanja preko solarnih ploča, svojstva navedenog obnovljivog resursa iskorištavaju se na jednostavnije načine, no za budućnost veoma važne u pogledu održivosti. Jedan od načina je direktno korištenje topline koja svojim zadržavanjem unutar konstrukcije doprinosi toplinskoj bilanci⁷ zgrade.

Značajan doprinos daje prozirna toplinska izolacija čiji sastav mogu biti staklo, umjetni materijali ili karton. Prozirna toplinska izolacija također je vrlo dobar izolator. Takva izolacija sastavljena je od tankih cijevi postavljenih u obliku saća te na takav način zadržava toplinu koja se prenosi na nosivu konstrukciju i time prelazi u unutarnje prostore. Kartonsko saće ima prednost u smislu iskoristivosti toplih sunčanih zraka koje zimi ulaze pod niskim upadnim kutom i zagrijavaju ga, a ljeti štiti zid od pregrijavanja. Dakle, dobitci uz korištenje kartonskog vlakna ovise o sunčanoj svjetlosti. Time su najpovoljnije strane svijeta za postavljanje takvog saća jug, zapad i istok, koji prikupljaju najviše topline. S vremenom korištenja takve vrste izolacije uočljiva je ugodnost boravka, a troškovi grijanja su niži. [9]

⁶ Koeficijent toplinske vodljivosti – opisuje prolazak topline kroz određenu tvar.

⁷ Toplinska bilanca zgrade – omjer toplinskih dobitaka i gubitaka čije djelovanje rezultira pozitivnim ili negativnim djelovanjem na konstrukciju i ugodnost boravka.

Održivost, odnosno održiva gradnja preporučuju odabir i drugih toplinskih izolacija. U svakoj vrsti kuće s održivim načelima, poželjno je da elementi koji su u doticaju s temperaturnom razlikom budu dobro izolirani radi sprječavanja toplinskih gubitaka.

Tablica 1. prikazuje podjelu toplinskoizolacijskih materijala koji se koriste u tu namjenu.

Tablica 1. Podjela toplinskoizolacijskih materijala

TOPLINSKOIZOLACIJSKI MATERIJALI		
Umjetni anorganski	Umjetni organski	Prirodni
Mineralna vuna	Ekspandirani polistiren	Celulozna vlakna
Pjenjeno staklo	Ekstrudirani polistiren	Drvena vlakna
	Pjenjeni polietilen	Lan
	Pjenjeni poliuretan	Konoplja
		Slama
		Ovčja vuna

Izvor: autoričina izrada

U održivoj gradnji povoljni su umjetni anorganski, umjetni organski i prirodni materijali. Razliku između anorganskih materijala čiji su primjer mineralna vuna i pjenjeno staklo i organskih materijala kao što su ekspandirani polistiren, ekstrudirani polistiren i slično, čini molekularni sastav, a to je ugljik koji se nalazi u organskim tvarima, odnosno tvarima koje potječu od biljnog ili životinjskog podrijetla. Prirodni se materijali koriste u skoro neprerađenom obliku, odnosno s njihovim prvobitnim značajkama bez promjene njihovog sastava. Najbolja vrsta izolacije je prirodna, zbog

zaštite od gubitaka, ali i mogućnosti toplinskih dobitaka, ponajviše u prijelaznim godišnjim razdobljima, te na takav način prostorijama osigurava ugodnost boravka. [9] Održivi način gradnje ima više postulata kako zimi iskoristiti sunčanu energiju, a ljeti smanjiti potrebu za hlađenjem. Već navedena toplinska izolacija, neovisno o odabiru vrste, treba imati barem 10 centimetara debljine, a za prozorska IZO stakla⁸ preporučljivo je imati *low-e* premaz⁹ radi potpune toplinske zaštite određenog stambenog prostora.

Da bi se održala učinkovitost, zimi je potrebno što više koristiti Sunčevo zračenje za grijanje, ali i prirodnu svjetlost bez nepotrebnog korištenja električne energije. Sakupljena toplina noću se akumulira i zagrijava prostor. Prostorije za dnevni boravak potrebno je projektirati na južnu stranu svijeta zbog veće apsorpcije sunčanih zraka koje daju toplinu za ugodan boravak, a prostorije kao što su kuhinja, izba, sobe, wc i slično, preporuča se smjestiti na sjeverniji dio koji daje dovoljno topline za kratkotrajne aktivnosti koje se događaju u takvim prostorijama.

Zgrada prevelike tlocrtne površine sa sobom nosi i odgovornost u smislu zagrijavanja i održavanja svih potreba kako bi boravak u navedenoj bio ugodan, što povlači i zaključak da se s većom površinom ne ispunjava načelo održivosti, odnosno zaštite prirode, ali i vlastitog budžeta. Time troškovi stanovanja rastu proporcionalno veličini konstrukcije koju treba kvalitetno zbrinuti. Prema svakodnevnim potrebama nužno je pravilno temperaturno zonirati prostorije, odnosno odvojiti prostore zgrade ovisno o potrebnim temperaturama. [9]

Tablica 2. prikazuje pravilan raspored zona u odnosu na temperaturne potrebe. Projektiraju li se prostorije bez pravilnog zoniranja, dolazi do prekomjernog zagrijavanja gospodarskog dijela kojeg nije potrebno zagrijavati kao prostor u kojem se boravi više vremena. Stubišta, smočnice i pomoćne prostorije trebaju najmanje topline, pa se iz tog razloga smještaju u najhladniji prostor, na sjever. Sjeverno pročelje ne zahtijeva puno otvora zbog prevelikih gubitaka topline, dok se na jugu preporuča ostakljenje koje pomaže kod apsorpcije toplinskog zračenja kako bi se postigla ugodnost u prostoru.

⁸ IZO stakla – izolacijska stakla s minimalno 2 sloja čiji je međuprostor ispunjen zrakom ili plinom.

⁹ *Low-e* premaz – koristi se za niski stupanj emisija, odnosno sprječavanje gubitka toplinske energije, a primanje Sunčeve topline.

Tablica 2. Temperaturno zoniranje

Sjever	Jug
<ul style="list-style-type: none"> - stubišta - smočnice - pomoćne prostorije 	<ul style="list-style-type: none"> - dnevni boravak - radne sobe
- odvajanje negrijanog podruma, negrijanog stubišta, negrijanih ulaznih hodnika	

Izvor: autoričina izrada

Tablicom navedene prostorije potrebno je zonirati na takav način da se prvobitno smanji volumen grijanog prostora zgrade što je u pravilu povezano i s nižim faktorom oblika zgrade, odnosno s jednostavnošću geometrijskog oblika zgrade.

4.1. Otpad i održiva gradnja

Za vrijeme i nakon građevinskih radova postoji nedostatak, a to je problem zbrinjavanja građevinskog otpada. Najveći postotak proizvodnje otpada pada na radove širokih iskopa, cestovnih radova i visokogradnje. Održiva gradnja potiče korištenje razgrađivih materijala, no i dalje se koriste umjetni i nerazgrađivi materijali poput plastike, koji znatno štete okolišu te ih je potrebno zbrinuti u reciklažnim dvorištima. U niz materijala koji se nađu u takvoj vrsti otpada ulaze i zemlja, pijesak, šljunak, kamen, asfalt, beton, gips, mort, vapnenac, metalni proizvodi, razni iskorišteni materijali poput boja, lakova, kablova i sličnih materijala koji svakodnevno stvaraju problem njihovog zbrinjavanja. Vodeći se ciljem održivosti, izgradnja, ali i rušenje građevine mora biti planirano na način da se osigura trajnost građevine, ali i nakon rušenja zbrine materijal koji se može reciklirati i ponovo koristiti. Recikliranje je postupak odvajanja više vrsta otpada čijom se preradom dobivaju proizvodi slične ili jednake namjene. Permakultura potiče recikliranje zbog očuvanja prirode i smanjenja onečišćavanja vode, tla i zraka.

4.2. Vodno iskorištavanje

Od prvog dana pripremnih radova, pa sve do zadnjeg dana izvođenja projekta, voda je neophodna ponajviše za poslove tijekom izgradnje građevine. Ona se prvobitno dodaje u sastav betona kao vrlo važnog u izvođenju radova, koristi se za svakodnevno ispiranje strojeva, polijevanje betonskih elemenata zbog regulacije temperature, higijenskih potreba radnika i slično. Zbog navedenih potreba, za svako gradilište nužno je isplanirati vodovodnu mrežu kako bi se olakšao pristup iskorištavanju. Voda je vrlo bitan resurs, ne samo u sektoru graditeljstva, već i za svakodnevne životne potrebe. Voda se transportira sustavima vodoopskrbe koje čine izvorišta, glavni dovodni cjevovodi, građevine za poboljšavanje vode, vodospremnici, glavni opskrbeni cjevovodi i razdjelne mreže. Takve vrste instalacija omogućuju dovod resursa od izvora do svakog priključka, odnosno kućanstva. [2]

Održiva gradnja djeluje u smjeru pametnog iskorištavanja bez nepotrebnog crpljenja, odvoda zagađene vode bez pročišćavanja, a time i lošeg utjecaja na okoliš. Prvobitan cilj jest smanjiti udio odvodnje otpadnih voda u prirodu ugradnjom pročišćivača u kanalizacijski sustav koji u okoliš vraća vodu očišćenu od zagađenih tvari. Još jedan od primjera pametnog iskorištavanja vode u kućanstvu je prikupljanje kišnice. Ona se može koristiti kod kućanskih poslova, ispiranja sanitarnih predmeta, pranja auta, navodnjavanja vrtova i svih ostalih aktivnosti koje ne zahtijevaju pitku vodu. Na taj način održava se razina pitke vode u svijetu bez prevelikog iskorištavanja na sporedne aktivnosti po kućanstvu. Dnevna potrošnja vode po stanovniku iznosi oko 180 litara. Sagledajući taj podatak s aspekta iskorištavanja kišnice koja zauzima veći postotak aktivnosti gdje se može koristiti, za pitku vodu ostaje samo ono nužno, a to je u prehrambene svrhe za život. Slika 9. prikazuje sustav koji omogućava sakupljanje i korištenje kišnice u kućanstvu. Ta voda može se čuvati u spremnicima u tlu iz kojih se kasnije po potrebama kućanstva ili industrije crpi voda. Kišnica je pogodna za korištenje u kućanstvu jer je mekana i ne sadrži mineralne tvari kao podzemne vode koje ih sakupljaju iz tla. Samim time, pogodna je za sve namjene, posebice za perilice rublja i za ostalu tehniku koja je sklona sakupljanju kamenca što kod korištenja kišnice nije slučaj. Kako bi kišnica bila spremna za uporabu, nužno ju je očistiti od nečistoća kao što su tvrde čestice, kemikalije i štetni mikroorganizmi.



Slika 9. Sustav zbrinjavanja oborinskih voda

Izvor: http://www.arhiteko.hr/menu.html?http://www.arhiteko.hr/_voda-prikupljanje.html (17. 5. 2019.)

Za prikupljanje vode koriste se krovovi i žljebovi koji vodu odvede do dijelova koji odvajaju lišće i krupnije tvari iz vode. Vertikalni žljebovi zatim odvede do spremnika koji ima filter za odvajanje sitnih nečistoća. Zatim voda ide do pumpe koja ju pod pritiskom odvodi i neposredno prije korištenja filtrira kako bi se kemijski osigurala za korištenje. [11]

4.3. Ekonomija i održiva gradnja

Razvojem tehnologija i cjelokupne metodologije graditeljstva, a još uvijek premalim interesom u svijetu, cijene materijala te ukupni troškovi održive gradnje i dalje su previsoki da bi se čovjek kao pojedinac olako odlučio na poduhvat visokog investiranja unatoč dugoročnoj isplativosti. Ekonomija kao zasebna grana ima veliku ulogu u određivanju isplativosti, a ponajviše reguliranju tržišta po pitanju ponude i potražnje. Količina dobara te cijena po kojoj će se prodati, ključan su izvor odluka kod odabira investicije. Iz gledišta potražnje, zaključuje se da cijene još uvijek rastu, a time tražena količina pada. Da bi se stanje na tržištu promijenilo, potrebno je ekonomski riješiti problem, odnosno smanjiti cijene kako bi potražnja porasla. Bez obzira na trenutno ekonomsko stanje, nesumnjivo je dokazana kvaliteta i isplativost održive gradnje.

4.4. Socijalna dimenzija

Kao i u svakom drugom sektoru, i graditeljstvo se vodi moralnim načinom djelovanja, odnosno međuljudskim poštovanjem, razumijevanjem, prihvaćanjem kritika i inovativnih ideja koje proizlaze iz dobro razrađenog timskog rada. Kvalitetan, profesionalan, ali i međuljudski odnos između investitora, projektanta i izvođača radova od izuzetne je važnosti ne samo za dobar krajnji rezultat gradnje, već i za zadovoljstvo svih sudionika u procesu stvaranja. Vrlo je važno održavati dobre međuljudske odnose, ponajviše između nadležnog i zaposlenika. Kod izvođenja svakog rada potrebno je pridržavati se zakona i dogovorenih ugovornih obveza. Osim zakonskih obveza, društvena odgovornost nalaže moralni pristup prema svakom pojedincu koji radi na projektu. Ponajviše, kada je gradilište udaljeno od naselja, svakako je nužno na humani način zbrinuti svakog zaposlenika. Organiziranje ugodnog prostora, nabava namirnica za normalan život i prihvatljivo vrijeme za odmor, bitne su stavke koje vode uspješnom poslu i poštovanju između svih zaposlenika te osiguravaju dobru socijalnu dimenziju.

4.5. Uzgoj hrane u kontekstu održivosti

Vrijednost domaće proizvedene hrane dobiva na značaju u modernom načinu gradnje i urbanističkim planovima gdje se nastoji naglasiti važnost prirode u okruženju čovjeka. Simbiozom stambenog prostora i prirode život postaje zdraviji i kvalitetniji u pogledu nabave voća i povrća. Poznata je činjenica da se hrana svake vrste uzgaja u ruralnim područjima koja imaju sve uvjete za poljoprivredna dobra. Širenjem gradova, količina prirodno uzgojene hrane pada. Ruralna područja sve su manja i udaljenija od urbanih naselja, pa je namirnice nužno dopremiti u većim količinama iz razvijenih zemalja koje svoj uzgoj baziraju na genetskom modificiranju, odnosno hrani s nižim nutritivnim vrijednostima no što ljudskom organizmu daje hrana proizvedena na potpuno prirodan način. Zagovornici permakulture trude se dočarati važnost uzgoja zdrave hrane uz istovremenu brigu o planetu Zemlji. Za zdraviji i čovjeku, ali i prirodi održivi život potrebno je pametno iskoristiti svaki dio prirode oko stambenog prostora koji nudi mogućnost za novi život i uzgoj biljaka koje osim izvora hrane daju ono najvažnije, a to je kisik. Takvim etičkim načelom brine se o zdravlju ljudi. Domaća proizvodnja ne samo da proizvod daje na domak ruke, već pokazuje brigu za Zemlju, ali i zajednicu. Kada pojedinac odluči dati svoj doprinos globalnoj promjeni, najlakši pomak na bolje

jest upravo vrt pored kuće. Vrtlarstvo je samo jedan od načina kako smanjiti probleme koje stvara civilizacija u modernom društvu. Poželjno je vrt smjestiti u blizini kuće kako bi prilaz bio jednostavan i povezan sa stambenim prostorom. Ispravnim planiranjem i brigom o biljkama, postiže se ušteda vremena, ali i novaca koji se prekomjerno troši za jednake potrebe na tržištu. Održivost s ekonomske strane i zadovoljstvo sadašnjih i budućih naraštaja bitno je za cjelokupni razvoj. [1]

Takvim razmišljanjem dolazi se do zaključka da bi život u kući i stanu trebao biti jednak po pitanju povezanosti s prirodom i njenim resursima. Vrtove koji se uzgajaju oko kuća moguće je projektirati i na drugim prostorima ukoliko za sadnju nema prostora u prostoru okućnice. Takav način uzgoja poznat je u urbanim zajednicama koji usprkos napučenosti pronalazi svoj prostor na ravnim krovovima višestambenih zgrada i na taj se način stanovnicima osiguravaju prirodan uzgoj i zdrave namirnice, ali i mogućnost povezivanja čovjeka i prirode kroz aktivnosti neophodne za rast određenih biljaka. Primjer takve izgradnje vidi se na Slici 10.



Slika 10. Zeleni krov

Izvor: <https://lamentapiperita.com/2017/05/08/urban-farming-la-nuova-frontiera-dellagricoltura/> (30. 5. 2019.)

Pravilnim i urednim održavanjem takvog prostora, omogućuje se dugogodišnja sadnja i rast prirodno uzgojenih biljaka, koje osim hranidbenih proizvoda kao svoje glavne funkcije daju i svoju drugu pozitivnu stranu odnosno povezanost čovjeka i prirode. Jutarnje ispijanje omiljenog napitka uz miris zdrave prirode daju dozu mira koja je potrebna svakom čovjeku za zdravo funkcioniranje i odmorniji dan.

4.6. Održiva gradnja i energija

Pojavom stava da se promijeni način iskorištavanja okoliša s ciljem kvalitetnije gradnje pa time i ugodnijeg života, poteže se pitanje pametnijeg iskorištavanja energije. Grana permakulture zadržava misao da se u svakom pogledu zadovolje potrebe današnjice, no da pritom ne ugrožavaju potrebe budućih generacija. Održivost se time očituje u učinkovitom korištenju energije koja se troši minimalno. Time se sprječava rasipanje energije koje nastaje zbog neodgovornog ponašanja ulaganjem u infrastrukturu i tehnologiju. [12]

Energija kao važan i vrijedan resurs u održivoj gradnji dijeli se na obnovljivu i neobnovljivu. Obnovljivi izvori energije dijele se na energiju Sunca, vjetra, vode, biomase, biopline i topline tla, tj. geotermalnu energiju. U neobnovljive izvore energije ubrajaju se ugljen, nafta, prirodni plin i nuklearna energija. Ujedno, ugljen, nafta i zemni plin su fosilna goriva jer su nastala kemijskim reakcijama iz fosilnih ostataka biljaka i životinja. [12]

Održivi razvoj predstavlja otklon od neobnovljivih izvora energije prema isključivo obnovljivim izvorima, pa tako s održivim gradnjom raste i potreba za korištenjem energije Sunca i vjetra, geotermalne energije, energije biomase, energije bioplina i energije vode.

4.6.1. Energija Sunca i vjetra

Općenito, održiva se gradnja kao konkurentna opcija u sektoru graditeljstva trudi biti u koraku s najnovijom tehnologijom, kako bi se ostvario prvobitan cilj, a to je minimalan trošak uz sve veću isplativost i iskoristivost obnovljivih izvora. U ovom slučaju to su Sunce i vjetar, a način iskorištavanja prikazuje Slika 11. Navedeni obnovljivi izvori energije nude mogućnost stalnog korištenja bez velikih troškova nakon investiranja u izgradnju. Kao primjer navode se solarni kolektori, fotonaponski moduli i vjetrenjače, čija cijena nabave još uvijek drži visoku ljestvicu, no s vremenom troškovi padaju, a isplativost raste.

Energija Sunca i vjetra predstavljaju nepresušan izvor energije i stoga su na ljestvici održivog razvoja na samom vrhu u pogledu poželjnih primjenjivih tehnologija.



Slika 11. Solarni sustav i vjetroelektrane – ključ za bolju budućnost

Izvor:

https://www.google.com/search?q=vjetrenja%C4%8Da+i+solarna+%C4%87elija&rlz=1C1GCEA_enHR841HR841&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiq3YTL0aPiAhXSIIsKHSJIA_4Q_AUIDigB&biw=1366&bih=657#imgsrc=Rzvligw_vMQDSM:
(17. 5. 2019.)

Osnovna uloga Sunca kao vrlo iskoristivog resursa današnjice jest davanje svjetlosti i topline. Čovjekovim razvojem, razvila se i ideja o prirodnom načinu sakupljanja i iskorištavanja Sunčeve topline preko fotonaponskih ćelija koje su prikazane Slikom 12.



Slika 12. Umreženi fotonaponski moduli

Izvor: Radman, Z., Hudi – Vlahek. M., Jakšić, D., Horvatinčić, K. (2013). Zelena energija za zdravu hranu. Karlovac, Prirodoslovna škola Karlovac.

Fotonaponski moduli sastoje se od ćelija koje imaju zadatak apsorbirati sunčane zrake kojima stvaraju napon, a samim time i protok električne energije. Postupak nastajanja električne energije odvija se u slojevima ćelija koje sadrže slojeve pozitivno i negativno nabijenih poluvodiča između kojih se stvara već spomenuti napon, a time i električna

energija. [12] Što je Sunčevo zračenje intenzivnije, stvara se veći napon, a to znači da se proizvodi i više električne energije. Temelj korištenja takvih ćelija jest iskorištavati vedro vrijeme, neovisno o godišnjem dobu. Sunčevo zračenje uspješno se iskorištava u svakom njegovom položaju zbog fleksibilnosti fotonaponskih modula koji su u mogućnosti pratiti kretanje Sunca i time prikupljati njegove zrake. Što se tiče kolektora za grijanje vode, postoje solarni kolektori koji rade na sličan princip, odnosno koriste sunčane zrake kako bi zagrijavali tekućeg nosioca topline. Taj nosioci topline (mješavina vode i alkohola) cirkulira između kolektora i spremnika tople vode. [12]

Na još prirodniji način, Sunce se iskorištava direktno preko ostakljenja konstrukcije. Takav primjer nudi ideja pasivne kuće čiji je cilj orijentirati i izgraditi konstrukciju na način da direktno prikuplja što više Sunčevog zračenja i na taj način osigurava dovoljno topline bez dodatnih troškova korištenja tradicionalnih grijaćih tijela. Takav način projektiranja, čiji se primjer vidi na Slici 13., otvara inovativnost i novi pogled na život te iskorištavanje prirodnih dobara kod svakog pojedinca.



Slika 13. Primjer ostakljenja pasivne kuće

Izvor:

*<https://www.google.com/search?q=pasivne+ku%C4%87e+ostakljivanje&sa=X&rlz=1>
(3. 5. 2019.)*

Gledano s aspekta održive gradnje, projektiranje stambene kuće nalaže što više ostakljenja posebice na južnom dijelu te krovu, koji neovisno o godišnjem dobu prikuplja najviše Sunčevih zraka. Na taj se način vrlo jednostavno iskorištavaju Sunčeve vrijednosti na potpuno prirodan i okolišu prihvatljiv način.

Energija vjetra poznata je već dugi niz godina, no u prošlosti premalo iskorištena. Pretvorba kinetičke u mehaničku energiju postala je temelj iskorištavanja vjetra s ciljem dobivanja električne energije. Izgradnja vjetroelektrana prikazanih na Slici 14. još uvijek ima visoku cijenu, no s vremenom korištenja isplativost je i više nego očita.



Slika 14. Prikaz vjetroelektrana

Izvor:

https://www.google.com/search?q=vjetroelektrane&rlz=1C1GCEA_enHR841HR841&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiJOLGekfXhAhVOXhUIHWqZBIIQ_AUIDigB&biw=1366&bih=657#imgsrc=Nmpc96P0dhW-fM: (3. 5. 2019.)

Republika Hrvatska sve više nastoji koristiti električnu energiju gradeći vjetroelektrane koje se nalaze na područjima niske ili gotovo nezamjetne vegetacije koja ne utječe na brzinu vjetra tolikom mjerom koliko bi utjecale visoke vegetacije poput šuma. [12] Pažljivo biranje prostora za izgradnju navedenih, s ciljem da se time ne ugrožava okoliš i živa bića koja u njemu borave, također pripada grani održivog razvoja, a naposljetku i samoj permakulturi koja potiče upravo takav način razmišljanja. Vjetar se osim za proizvodnju električne energije koristi i za provjetravanje stambenih jedinica. Održiva gradnja proširuje ideju efekta dimnjaka čijim se projektiranjem omogućava prirodan

način izmjene iskorištenog i svježeg zraka u prostorijama kroz koje se vrši strujanje zahvaljujući otvorima kroz koje se provjetrava. Efekt dimnjaka naziv je za prirodnu ventilaciju kojom nastaje strujanje zraka zbog temperaturne razlike između vanjskog i unutarnjeg prostora. Jednostavnost provjetravanja omogućava podizanje toplog zraka zbog njegove gustoće koja je manja od gustoće hladnijeg zraka. Strujanjem toplog zraka prema gore, iskorišteni se zrak potiskuje prema otvorima i tako omogućava cirkuliranje i ulaz svježeg zraka bez nastanka vlage, neugodnih mirisa i ostalih čimbenika koji stvaraju osjećaj neugodnosti boravka u prostoru.

4.6.2. Geotermalna energija

Geotermalna se energija u današnjici sve više koristi kao jedan od novijih načina iskorištavanja prirodnih resursa, odnosno energije vode koja se nalazi u ležištima tla. Crpljenjem unutarnje energije vode dobiva se termalna energija pogodna za korištenje u proizvodnji, ali i kod stambenih jedinica. Republika Hrvatska već je upoznata s takvim načinom eksploatacije topline iz Zemlje za grijanje prostora, grijanje potrošne vode i slično. [12]

Geotermalni izvori pogodni su u svakom pogledu korištenja zbog mogućnosti iskorištavanja neovisno o vremenskim prilikama na površini Zemlje, što u slučaju iskorištavanja drugih resursa kao što su Sunce i vjetar nije slučaj. Za potpuni prelazak s nafte i zemnog plina na održive izvore još uvijek ne postoji rješenje zbog skupe tehnološke prilagodbe. [13] Iako nedovoljno da bi utjecalo na svakog pojedinca u načinu razmišljanja i odnosu prema prirodi, nastoji se čovjeka današnjice uputiti na održivu gradnju, pa tako i investiciju kao što je grijanje pomoću geotermalnog izvora. Slika 15. prikazuje način priključivanja stambene jedinice na takvu vrstu iskorištavanja prirodnih dobara koji opet vraća misao na temeljnu ideju permakulture.

Ekološki je prihvatljiv oblik grijanja jer se ispušta vrlo mala emisija štetnih plinova u atmosferu. Negativna strana takvog sustava jest određenost područja na kojem stambene jedinice mogu iskorištavati dobrobit Zemljine kore, koja je pogodna i tanka kod rubova tektonskih ploča. Na ostalim područjima zbog debljine kore, efikasnost nije garantirana. Geotermalni sustavi imaju sposobnost grijanja, ali i hlađenja prostora. Na taj način nema potrebe za hladnim ili vrućim točkama u prostorijama, nema peći, dimnjaka ni ostalih tijela koja s vremenom i konstantnim korištenjem utječu na ekološki svijet. [14]



Slika 15. Iskorištavanje geotermalne energije

Izvor:

https://www.google.com/search?q=geotermalna+energija+i+odr%C5%BEiva+gradnja&rlz=1C1GCEA_enHR841HR841&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi-y-q7vjf_hAhXo-SoKHZB5C4AQ_AUIDigB&biw=1366&bih=657#imgsrc=0fyk3XW5WKcZOM: (3. 5. 2019.)

Geotermalna pumpa iskorištava energiju iz Zemlje i podzemnih voda. Temperatura ispod površine Zemlje ostaje gotovo nepromijenjena kroz čitavu godinu, što je pogodno za ovakav način iskorištavanja pomoću pumpe koja može služiti za grijanje ili rashlađivanje, ovisno o namjeni. Cijevi ispunjene tekućinom preuzimaju Zemljinu toplinu i prenose u sistem. Za potrebe hlađenja, cijevi prenose zagrijanu tekućinu u dubinu i na taj način rashlađuju procesom obrnutim od zagrijavanja. [15]

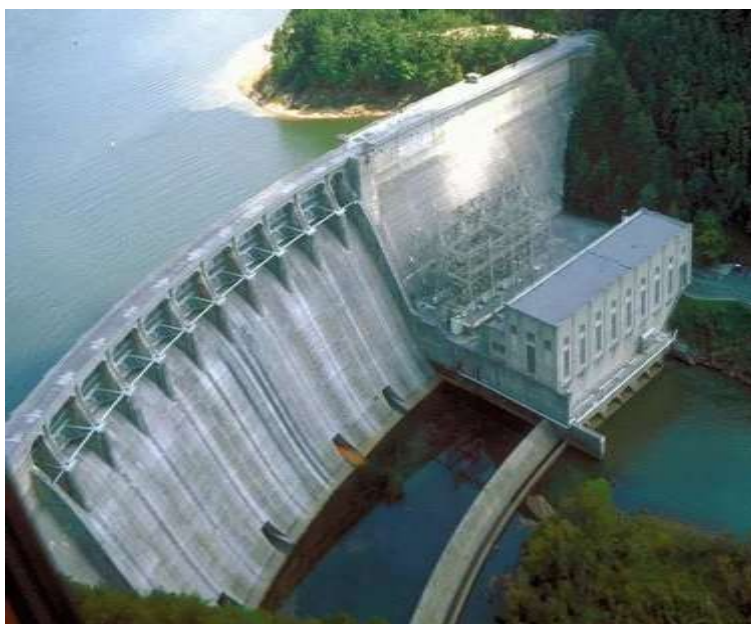
4.6.3. Energija biomase i bioplina

Biomasa je dodatni prirodni resurs nastao razgradnjom biljaka, posebice ostataka od čišćenja šuma, velikih poljoprivrednih površina, pripremom sječke¹⁰ i komadića drveta, odnosno peleta i slično. Permakultura nalaže ideju da se u budućnosti zaštiti drveće sadnjom posebnih brzorastućih vrsta koje bi se koristilo samo u tu svrhu. Takva biomasa koristi se u takozvanim biotoplanama primjenom toplinske energije. Projektiranje takvih sklopova sve se više rasprostranjuje svijetom i na taj način osporava korištenje prirodnog plina i loživog ulja koje permakultura ne podržava ponajprije zbog zaštite okoline. [12]

¹⁰ Sječka – naziv za sušene sjeckane komadiće drveta koje se koristi za proizvodnju toplinske energije.

4.6.4. Energija vode

S ciljem zaštite i pametnijeg načina crpljenja obnovljivih izvora energije, permakultura između ostalih ističe jednog od najbitnijih za čovječanstvo, a to je voda. Od drevnih dana Egipta i Mezopotamije, čije su kulture napajali plovni putovi, postoji činjenica da je voda kao bitan resurs rodila i othranila civilizaciju. Voda je bitan faktor u geološkim, ekološkim i globalnim promjenama. Permakultura se bavi njenim djelovanjem na čovječanstvo, ali i posljedicama koje čovjek ostavlja njoj. U netaknutim dijelovima prirode, voda svojom silom stvara brazde, nagrizi obale i oblikuje Zemljinu površinu. [16] Svojem kretanjem s visinskih dijelova u nizine, voda dobiva gravitacijsku potencijalnu energiju zahvaljujući gravitacijskoj sili koja svaku česticu vuče prema Zemljinoj jezgri. Svako ubrzanje kod kretanja vode čovjek može iskoristiti za prikupljanje energije iz obnovljivog izvora izgradnjom hidroelektrana. Prije svakog projekta izgradnje takvih postrojba potrebno je konzultirati se sa stručnjacima iz područja zaštite okoliša koji provjeravaju sigurnost biljaka i životinja na tom području. Slika 16. prikazuje takvu vrstu vodne građevine.



Slika 16. Prikaz hidroelektrane

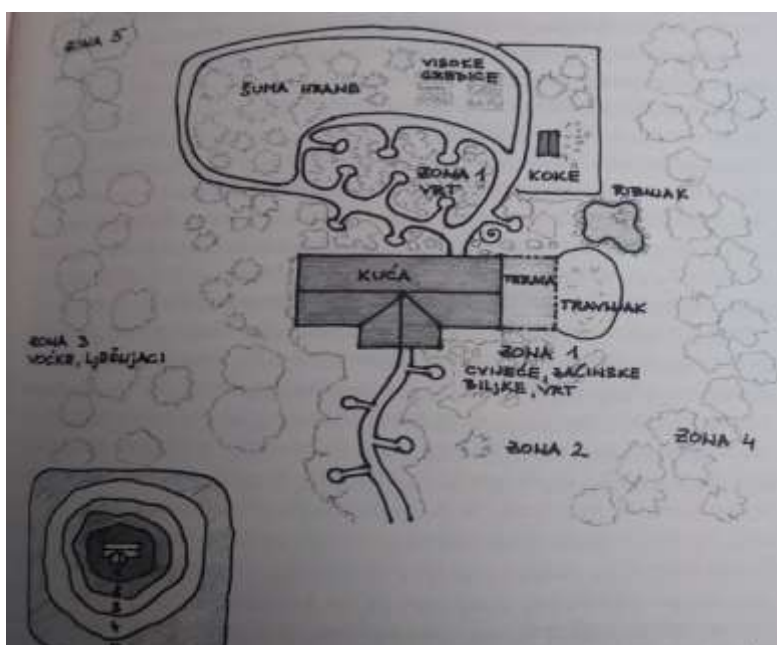
Izvor:

https://www.google.com/search?q=hidroelektrane&rlz=1C1GCEA_enHR841HR841&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjizf6lqv_hAhW1AxAIHbCzBfEQ_AUIDigB&biw=1366&bih=657#imgsrc=fK2-8LtbvcvFzM: (3. 5. 2019.)

Hidroelektrana akumulira dospjelu vodu i zadržava je branom. Voda pada niz branu u postrojenje gdje se nalaze turbine koje gravitacijsku energiju pretvaraju u mehaničku koja pokreće generator. Generator sadrži magnete koji stvaraju magnetno polje čijim djelovanjem nastaje električna energija. Pomoću transformatora energija se podiže na razinu koja zadovoljava potrebe domaćinstava. [17] Kod izgradnje takvih sklopova, potrebno je doprinijeti jednakoj važnosti kao i kod svake druge nosive građevinske konstrukcije. Uz statičke proračune i izgradnju, potrebno je imati na umu i zbrinjavanje otpada koji u krajnjem slučaju može biti opasan za životne zajednice tog područja.

5. UTJECAJ PERMAKULTURE NA ODRŽIVU GRADNJU

Grana permakulture bavi se raspodjelom površina okućnice po učestalosti uporabe. Takva podjela naziva se zoniranje, a planira se s ciljem utvrđivanja načina potrošnje i očuvanja energije. Podjela se vrši prema ljudskim potrebama i svakodnevnom kretanju, životinjama i njihovom obitavanju krajolika, potrošnji obnovljivih i neobnovljivih izvora energije. Takvo planiranje olakšava razmještaj sadržaja u prostoru i na taj način sadržaje koji se koriste svakodnevno približava kući, a rjeđe korištene udaljava od svakodnevnog korištenja. Primjer zoniranja prikazuje Slika 17.



Slika 17. Permakulturalno zoniranje prostora

Izvor: Kiš, K., Kiš, M. (2014). Permakultura. Zagreb, Biblioteka Planetopija.

Slika prikazuje zone od 0 do 5 s obzirom na raspodjelu prema korištenju prostora. Na zoni 0 nalazi se stambeni prostor na koji se nadovezuje prostor najviše povezan sa stambenim te zahtijeva posebnu pažnju i posvećenost. Iz tog razloga smješten je oko kuće „na dohvat ruke“ i naziva se zonom 1. Tu se najčešće nalaze vrt, začinske biljke, cvjetnjak i slično. Zonu 2 čini prostor u neposrednoj blizini zone 1, u kojem je manje ljudskog rada, rjeđe se posjećuje, a samim time nije potrebno previše ju nadzirati. Takvu zonu čine veće površine na kojima se nalaze domaće životinje, manje zahtjevne povrtnice, ribnjaci i slično. Zona 3 je rijetko korištena površina, a sadrži livade, žitna polja, ispaše i slično. Šumarci za sječu, skloništa za životinje i brane s odvodnim cijevima prema prethodnim zonama čine zonu 4. Zona 5 je „divljina“ i ne koristi se za dobrobit ostalih zona, već zbog rekreacije i povremene šetnje prirodom. [1]

Osim zoniranja korištenih površina, vrlo je važno pravilno orijentirati stambenu jedinicu kako bi se postigao cilj održivosti, odnosno maksimalnog iskorištenja obnovljivih izvora energije. U svrhu pravilnog prikupljanja sunčanih zraka kroz ostakljeni dio konstrukcije, potrebno je orijentirati stambeni prostor na jug kako bi se u prostoru za dnevni boravak održavala potrebna temperatura. Ljeti je kut upada sunčanih zraka okomit i ulazi najviše zraka, pa je poželjno zasaditi listopadno drveće koje štiti i daje hladovinu, a zimi kada lišća nema, zrake Sunca slobodno ulaze u prostor. Takav način komuniciranja čovjeka i prirode dokaz je dobre usklađenosti u svim godišnjim razdobljima. [9]

Današnje održive stambene zgrade uz dovoljno ostakljenja preuzimaju i svjetlost koja omogućava rast biljaka u prostorijama. Uzgoj biljaka u kući psihološki umiruje čovjeka, omogućuje mu povezanost s prirodom u kojoj možda nije u mogućnosti često boraviti, pa nastoji iskoristiti svaki kutak doma za uzgoj zelenila koje ujedno svojim disanjem proizvodi kisik koji je potreban čovjeku za život. Osim kisika, biljke daju i svoje plodove koji time omogućuju još jedan razlog zašto ih uzgajati. Moderan način projektiranja, posebice kuhinja, nudi raznolik izbor smještaja biljaka, od onih estetski prihvatljivih prostoriji, do začinskih koje se ujedno koriste i u zdrave prehrane svrhe. Slika 18. prikazuje domaći uzgoj biljaka u stambenom prostoru. [18]



Slika 18. Uzgoj bilja

Izvor: Millard, E. (2015). Vrt u kuhinji. Zagreb, Biblioteka Planetopija.

Kuhinja je prostor u kojem se provodi vrijeme tijekom kuhanja te je potrebno osigurati dovoljno svjetlosti zbog aktivnosti koja se obavlja. S obzirom na to da se zbog pristupačnosti tijekom kuhanja začinsko bilje uzgaja upravo u toj prostoriji, potrebno je osigurati normalne uvjete za rast biljaka. Najbolje mjesto za uzgoj začinskih biljaka poput kadulje, ružmarina, metvice, mažurana i ostalih je uz prozor koji, osim ljudima, daje dovoljno svjetlosti i biljkama.

U ostalim prostorijama poželjno je uzgajati biljke estetske prirode, odnosno cvijeće i zelenilo koje čovjeka povezuje s prirodom. Na Slici 19. nalaze se sobne biljke koje svojim izgledom upotpunjuju prostor i otvaraju ga prema novom životu koji daje svaka biljka. Biljke čiji su listovi većih površina izdišu više kisika i filtriraju zrak uništavajući štetne tvari. Uzgajaju li se u prostorijama čestog boravka, osiguravaju ugodnost i povezanost čovjeka s prirodom. Interakcija s prirodom jača ličnost pojedinca odnosno njegove psihičke osobine te poboljšava ukupno zdravlje.



Slika 19. Biljke za prostor dnevnog boravka

Izvor : <http://lifepressmagazin.com/uradi-sam/dom-organizacija/7-biljaka-koje-morate-imati-u-kuci/> (30. 5. 2019.)

Uzgojem biljaka u stambenom prostoru, čovjek prvenstveno sebi dokazuje sposobnost i mogućnost da se brine ne samo o sebi, već i o životu oko sebe koji mu na pozitivan način uzvraća. Sobne biljke zapravo su samo mali dio prirode za koju čovjek dokazuje spremnost na zaštitu i pravilno održavanje. Projektiranje na bazi zelene gradnje zagovara takvu simbiozu čovjeka i biljke, a očituje se ne samo u stambenom prostoru već i na većim projektima održive gradnje kao što su zgrade u urbanim prostorima.

Urbani svijet nakon mnoštva betonskih konstrukcija koje sve više uništavaju okoliš te mu smanjuju ekološku vrijednost, potiče planiranje zgrada modernog izgleda koje ujedno zadovoljavaju i omogućuju normalan odnos čovjeka prema prirodi koja na jednak način uzvraća. Slika 20. prikazuje urbani način povezivanja prirode i stambenih jedinica koje na takav način pružaju ugodnost boravka zahvaljujući pristupačnosti zelenih površina koje su se širenjem gradova značajno smanjile.



Slika 20. Povezivanje urbanog područja s prirodom

Izvor: <http://www.dizajndoma.hr/moj-vrt/urbani-vrt-na-krovu> (28. 5. 2019.)

Osim čovjekovog fizičkog i duševnog zadovoljstva, zelenilo na krovovima pogoduje i zgradi, ali i ugodnosti boravka u njoj. Kod takvih stambenih jedinica najvažnija je funkcija u ekološkom smislu, ali i estetika u smislu moderne arhitekture koja spaja funkcionalnost i dozu umjetnosti. Takav način gradnje osigurava i niže troškove grijanja, odnosno hlađenja kuća. Zeleni krovovi usporavaju otjecanje kišnice i prekomjerno skupljanje slivnih voda u kanalizacijskim sustavima. Također upijaju višak Sunčevih zračenja i toplinskih isijavanja od betonskih konstrukcija. Ljeti, kada temperature značajno rastu, u zgradama sa zelenim krovom temperatura ne prelazi 25° Celzijevih. Time se smanjuje utrošak električne energije za klimatizacijske sustave.

Iz svega navedenog vidljivo je da održiva gradnja i permakultura imaju jednake smjernice koje vode k ostvarivanju istih ciljeva – povezanosti čovjeka s prirodom, zaštite prirode, korištenje obnovljivih izvora energije, vlastitu proizvodnju ekološki prihvatljive hrane, život u skladu s prirodnim vrednotama i kretanjima.

6. ZAKLJUČAK

Najvažnija smjernica koja stvara dobar životni ciklus jest održivost. Ona je usko povezana sa sve više u svijetu naglašenom permakulturom, čiji je cilj u težište problematike staviti važnost planeta Zemlje, koja pojedincu nudi sve potrebne resurse koji omogućuju bezbrižan, ali i zdrav život.

Nastojeći živjeti razumno, prateći teoriju permakulture, čovjek svoje životne resurse crpi iz više permakulturalnih grana, a to su: energija, otpad, voda, ekonomija, socijalna dimenzija, hrana i graditeljstvo, koje se razvojem tehnologije i održivosti sve više priklanjaju održivom iskorištavanju okoliša. Pametnijom raspodjelom sredstava i korištenjem prirodnijih građevinskih materijala koji pružaju mogućnost recikliranja i ponovnog korištenja, a da se time ne ugrožava živi svijet, dobrim ulaganjem u kvalitetne projekte, nastaje nova grana održivog razvoja, a to je održiva gradnja.

Korištenjem prirodnih materijala kao što su slama, glina ili ovčja vuna, graditeljstvo dokazuje utjecaj i povezanost s permakulturom. Osim prirodnih i za čovjekov boravak zdravih materijala, nastoje se iskorištavati obnovljivi izvori energije poput Sunca i vjetra, koji daju mogućnost crpljenja u skladu s najnovijim tehnologijama. Sakupljanjem Sunčeve topline i energije vjetra, smanjuju se emisije plinova u okoliš, a pojedincu se osigurava ugodan boravak u prostoru. Kako bi zgrada iskoristila što više topline Sunca, potrebno ju je pravilno orijentirati, ali i temperaturno zonirati prostorije kako bi se spriječio nepotreban gubitak topline u prostorijama koje ne zahtijevaju toplinu zbog njihovog kratkog korištenja.

Osim u samome postupku izgradnje, permakultura znatno utječe i na sam raspored zelene površine, odnosno terena na kojem se zgrada nalazi i povezuje čovjeka s okolišem. Time se pokušava približiti značenje zdravog i prirodnog. Sadnja biljaka u blizini dvorišta ili na krovu zgrade omogućuje korištenje prirodno uzgojene hrane, ali i ono što je najbitnije – povezivanje čovjeka i prirode na razuman i potpuno održiv način.

Koliko održiva gradnja povoljno utječe na mogućnosti permakulturalnog razvoja, toliko je i permakultura osnova razmišljanja o održivoj gradnji.

LITERATURA

- [1] Kiš, K.; Kiš, M. (2014). Permakultura. Zagreb, Biblioteka Planetopija.
- [2] Radić, J. (2016). Uvod u graditeljstvo. Zagreb, Školska knjiga.
- [3] Blewitt, J. (2017). Razumijevanje održivog razvoja. Zagreb, Biblioteka Međunarodni odnosi i diplomacija.
- [4] Galić, B.; Žažar, K. (2013). Razvoj i okoliš - Perspektive održivosti. Zagreb, Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu FF–press.
- [5] Ritz, S. (2010). Zaštita voda i mora. Zagreb, O-tisak.
- [6] Havranek, J.; Kalit, T.M. i suradnici (2014). Sigurnost hrane od polja do stola. Zagreb, M.E.P. d.o.o.
- [7] Jošt, M. (2016). GMO (iz)um bez (raz)uma. Zagreb, Biblioteka Novi dokazi.
- [8] Lakušić, S. (2014). Izazovi u graditeljstvu 2. Zagreb, Hrvatski savez građevinskih inženjera.
- [9] Zbašnik – Senegačnik, M. (2009). Pasivna kuća. Zagreb, SUN ARH d.o.o.
- [10] Jones, B. (2001). Priručnik za gradnju kuća od bala slame. Hollinoyrd Farm, Amazon Nails.
- [11] Prikupljanje oborinske vode (kišnice),
http://www.arhiteko.hr/menu.html?http://www.arhiteko.hr/_voda-prikupljanje.html
(17.5.2019.)
- [12] Radman, Z.; Hudi – Vlahek, M.; Jakšić, D.; Horvatinčić, K. (2013). Zelena energija za zdravu hranu. Karlovac, Prirodoslovna škola Karlovac.
- [13] Geotermalni energetska potencijal, <https://www.hrastovic-inzenjering.hr/alter-energija/34-hrastovic/savjeti/191-geotermalni-energetski-potencijal.html> (3.5.2019.)
- [14] Solar Shop, <http://www.solarno.hr/katalog/proizvod/Geotermaln/geotermalno-grijanje> (3.5.2019.)

[15] Geotermalna energija – grijanje i hlađenje iz zemlje, <http://www.prozori-vrata.com/zanimljivosti/zanimljivost/geotermalna-energija-grijanje-i-hladjenje-iz-zemlje-306.html> (3.5.2019.)

[16] Ball, P. (2014). H₂O Biografija vode. Zagreb, IZVORI.

[17] Kako rade hidroelektrane,
<http://www.bioteka.hr/modules/okolis/article.php?storyid=20> (3.5.2019.)

[18] Millard, E. (2015). Vrt u kuhinji. Zagreb, Biblioteka Planetopija.

Popis slika

Slika 1. Položaj održivog razvoja u odnosu na društvo, okoliš i gospodarstvo.....	6
Slika 2. Permakulturalni cvijet.....	7
Slika 3. Iskorištavanje Sunčevih dobitaka s obzirom na njegov položaj.....	12
Slika 4. Odnos površine plašta zgrade i volumena kod raznih geometrijskih oblika zgrade.....	13
Slika 5. Raspodjela prostora prema temperaturnoj potrebi.....	14
Slika 6. Kuća izgrađena od ekološkog materijala	15
Slika 7. Presjek prozora s troslojnim staklom.....	16
Slika 8. Prikaz cirkulacije svježeg i iskorištenog zraka.....	17
Slika 9. Sustav zbrinjavanja oborinskih voda.....	23
Slika 10. Zeleni krov.....	25
Slika 11. Solarni sustav i vjetroelektrane – ključ za bolju budućnost.....	27
Slika 12. Umreženi fotonaponski moduli.....	27
Slika 13. Primjer ostakljenja pasivne kuće.....	28
Slika 14. Prikaz vjetroelektrana.....	29
Slika 15. Iskorištavanje geotermalne energije.....	31
Slika 16. Prikaz hidroelektrane.....	32
Slika 17. Permakulturalno zoniranje prostora.....	33
Slika 18. Uzgoj bilja.....	35
Slika 19. Biljke za prostor dnevnog boravka.....	36
Slika 20. Povezivanje urbanog područja s prirodom.....	37

Popis tablica

Tablica 1. Podjela toplinskoizolacijskih materijala.....19

Tablica 2. Temperaturno zoniranje.....21

